

低升糖指数饮食对老年女性脂联素和血脂以及血糖指标的影响

谭跃 李哲 曾惠燕 陈冰莹 刘东升 王三贵

作者单位: 523071 广东东莞, 东莞市南城医院检验科(谭跃、曾惠燕、陈冰莹、刘东升、王三贵)

523000 广东东莞, 东莞市万江医院检验科(李哲)

通信作者: 王三贵, Email: wsgwkys@163.com

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2021.03.011

【摘要】 目的 探讨低升糖指数饮食(LGID)对老年女性体质量指数(BMI)、脂联素(ADPN)、血脂及血糖代谢指标的影响。方法 选择2020年1—6月在东莞市南城医院体检的200名60~69岁女性作为研究对象,分为研究组和对照组,对照组人员维持原有的饮食习惯,研究组给予LGID,维持3个月。在入组前和研究结束时测量所有研究对象身高、体质量,并计算BMI;采用全自动生化分析仪检测血脂指标[包括高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、三酰甘油(TG)、总胆固醇(TC)]、ADPN、糖化血红蛋白(HbA1c)和空腹胰岛素(INS)水平,比较入组时和研究结束时两组上述指标的差异。结果 最终研究组85名、对照组89名体检者完成研究。研究结束时研究组BMI、TG、TG/HDL-C、LDL-C/HDL-C、HbA1c和INS均明显低于对照组,而HDL-C和ADPN均明显高于对照组[BMI(kg/m²):23.87±3.06比25.18±2.85, TG(mmol/L):1.43±0.68比2.12±1.21, TG/HDL-C:1.13±0.68比1.99±1.40, LDL-C/HDL-C:2.42±0.82比2.76±0.88, HbA1c:0.059±0.007比0.062±0.006, INS(mU/L):8.82±5.08比13.13±8.51, HDL-C(mmol/L):1.36±0.29比1.15±0.24, ADPN(mg/L):5.93±2.22比3.32±0.73,均P<0.05]。研究结束时,对照组的HDL-C和ADPN均低于入组时,而LDL-C/HDL-C高于入组时[差值:HDL-C(mmol/L):-0.18±0.40, ADPN(mg/L):-1.28±2.34, LDL-C/HDL-C:0.35±1.06,均P<0.05];研究结束时,研究组的BMI、TG、TC、TG/HDL-C、HbA1c、INS均低于入组时,而ADPN高于入组时[差值:BMI(kg/m²):-0.18±0.74, TG(mmol/L):-0.42±1.13, TC(mmol/L):-0.34±1.47, TG/HDL-C:-0.39±1.17, HbA1c:-0.003±0.012, INS(mU/L):-1.68±6.64, ADPN(mg/L):1.06±3.10,均P<0.05]。研究组ADPN的变化与HDL-C的变化呈正相关(r值为0.241, P值为0.026),与TG、TG/HDL-C、INS的变化呈负相关(r值分别为-0.215、-0.227、-0.235, P值分别为0.048、0.036、0.030)。结论 持续3个月给予LGID可以提升老年女性血浆ADPN水平,并降低BMI、血脂指标、HbA1c和INS水平。ADPN相关途径可能参与了LGID降低血脂和胰岛素抵抗的过程。

【关键词】 低升糖指数饮食; 脂联素; 血脂; 胰岛素

基金项目: 广东省东莞市社会发展(重点)项目(201950715030205)

Effects of low glycaemic index diet on adiponectin, blood lipid and blood glucose in elderly women

Tan Yue, Li Zhe, Zeng Huiyan, Chen Bingying, Liu Dongsheng, Wang Sangui. Department of Clinical Laboratory, Dongguan Nancheng Hospital, Dongguan 523071, Guangdong, China (Tan Y, Zeng HY, Chen BY, Liu DS, Wang SG); Clinical Laboratory, Dongguan Wanjiang Hospital, Dongguan 523000, Guangdong, China (Li Z)

Corresponding author: Wang Sangui, Email: wsgwkys@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the effects of low glycaemic index diet (LGID) on body mass index (BMI), adiponectin (ADPN), blood lipid and blood glucose indexes in elderly women. **Methods** The 200 women aged 60–69 years old who came to Dongguan Nancheng Hospital for physical examination from January to June 2020 were selected as research subjects and divided into study group and control group. The women in control group maintained their diet and the women in study group were given LGID for 3 months. Height and body weight were measured before and after the study, and BMI was calculated. The levels of blood lipid indexes [including high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), triacylglycerol (TG), total cholesterol (TC)], adiponectin (ADPN), glycosylated hemoglobin (HbA1c) and fasting insulin (INS) were measured by automatic biochemical analyzer. The differences of the above indexes between the two groups before enrollment and at the end of the study were compared. **Results** Finally, 85 cases in the study group and 89 cases in the control group completed the study. At the end of the study, the levels of BMI, TG, TG/HDL-C,

LDL-C/HDL-C, HbA1c and INS in the study group were lower than those in the control group, while the levels of HDL-C and ADPN were higher than those in the control group [BMI (kg/m^2): 23.87 ± 3.06 vs. 25.18 ± 2.85 , TG (mmol/L): 1.43 ± 0.68 vs. 2.12 ± 1.21 , TG/HDL-C: 1.13 ± 0.68 vs. 1.99 ± 1.40 , LDL-C/HDL-C: 2.42 ± 0.82 vs. 2.76 ± 0.88 , HbA1c: 0.059 ± 0.007 vs. 0.062 ± 0.006 , INS (mU/L): 8.82 ± 5.08 vs. 13.13 ± 8.51 , HDL-C (mmol/L): 1.36 ± 0.29 vs. 1.15 ± 0.24 , ADPN (mg/L): 5.93 ± 2.22 vs. 3.32 ± 0.73 , all $P < 0.05$]. At the end of the study, HDL-C and ADPN levels in the control group were lower than those at the time of enrollment, while LDL-C/HDL-C was higher than that at the time of enrollment [differences: HDL-C (mmol/L): -0.18 ± 0.40 , ADPN (mg/L): -1.28 ± 2.34 , LDL-C/HDL-C: 0.35 ± 1.06 , all $P < 0.05$]. At the end of the study, the levels of BMI, TG, TC, TG/HDL-C, HbA1c and INS in the study group were lower than those at the time of enrollment, while ADPN level was higher than those at the time of enrollment [differences: BMI (kg/m^2): -0.18 ± 0.74 , TG (mmol/L): -0.42 ± 1.13 , TC (mmol/L): -0.34 ± 1.47 , TG/HDL-C: -0.39 ± 1.17 , HbA1c: -0.003 ± 0.012 , INS (mU/L): -1.68 ± 6.64 , ADPN (mg/L): 1.06 ± 3.10 , all $P < 0.05$]. The change of ADPN in the study group was positively correlated with the change of HDL-C (r value was 0.241, P value was 0.026), and negatively correlated with the changes of TG, TG/HDL-C and INS (r values were -0.215 , -0.227 and -0.235 , P values were 0.048, 0.036 and 0.030, respectively). **Conclusions** The use of LGID for 3 months can improve the plasma ADPN level of elderly women and reduce BMI, blood lipid indexes, HbA1c and INS levels. ADPN-related pathway may be involved in the process of LGID reducing blood lipid and insulin resistance.

【Key words】 Low glycemic index diet; Adiponectin; Blood lipid; Insulin

Fund Program: Key Project of Social Science and Technology Development of Dongguan City, Guangdong Province (201950715030205)

据统计,目前我国老年女性中心性肥胖的发生率超过 20%,中心性肥胖是心脑血管疾病、糖尿病等慢性疾病的主要高危因素,易导致脑卒中、残疾等严重后果,极大威胁着老年人的健康^[1]。血糖指数(glycemic index, GI)是衡量食物引起人体餐后血糖反应的一项有效指标,反映食物引起血糖上升速度的快慢,而 $GI \leq 55$ 的食物被称为低升糖指数饮食(low glycemic index diet, LGID)^[2]。国内有研究表明,持续 4 周以上的 LGID 能够在一定程度上降低研究对象的血脂水平,也可以降低体质量、体质量指数(body mass index, BMI)和腰围等体格参数,并降低心脑血管疾病和糖尿病的发生率和严重程度^[2-3]。但目前国内外关于 LGID 是否能影响脂联素(adiponectin, ADPN)水平的研究较少。本研究分析持续 3 个月

LGID 对老年女性 BMI、血脂指标、ADPN、糖化血红蛋白(glycosylated hemoglobin, HbA1c)和空腹胰岛素(insulin, INS)水平的影响,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象 选择 2020 年 1—6 月在东莞市南城医院体检的 200 名老年女性作为研究对象,年龄 60~69 岁,分为研究组和对照组,每组 100 名,研究周期为 3 个月。研究周期内失访 25 名,最终研究组 85 名、对照组 89 名体检者完成了本研究。两组人员入组时的年龄、BMI 和血脂指标等一般资料比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表 1。

1.2 研究方法 所有研究对象入组时测量身高、体质量,并计算 BMI;入组时和研究结束后抽取空腹静脉血检测血脂指标、ADPN、HbA1c 和 INS 水平。

表 1 对照组和研究组体检者入组时一般资料及实验室检查指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	人数(名)	年龄(岁)	BMI(kg/m^2)	LDL-C (mmol/L)	HDL-C (mmol/L)	TG (mmol/L)	TC (mmol/L)
对照组	89	65.15 ± 2.69	25.06 ± 2.28	3.16 ± 0.87	1.33 ± 0.28	1.90 ± 1.06	5.24 ± 1.06
研究组	85	65.32 ± 2.63	24.95 ± 2.49	3.37 ± 0.89	1.34 ± 0.25	1.85 ± 0.96	5.46 ± 1.01
t 值		0.525	0.986	1.566	0.255	0.341	1.388
P 值		0.671	0.336	0.119	0.799	0.733	0.167
组别	人数(名)	TG/HDL-C	LDL-C/HDL-C	ADPN (mg/L)	HbA1c	INS (mU/L)	
对照组	89	1.60 ± 1.21	2.41 ± 0.63	4.60 ± 2.12	0.063 ± 0.014	11.54 ± 5.99	
研究组	85	1.52 ± 1.05	2.57 ± 0.71	4.87 ± 2.23	0.063 ± 0.010	10.51 ± 5.97	
t 值		0.482	1.506	0.817	0.245	1.144	
P 值		0.630	0.134	0.415	0.807	0.254	

注:对照组维持原有的饮食习惯,研究组给予低升糖指数饮食(LGID);BMI 为体质量指数,LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇,HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇,TG 为三酰甘油,TC 为总胆固醇,ADPN 为脂联素,HbA1c 为糖化血红蛋白,INS 为空腹胰岛素

1.2.1 饮食方式 对照组人员维持原有的饮食习惯, 研究组人员每月参加 1 次 LGID 相关科普教育, 主要讲授 LGID 的相关知识。本课题组向研究对象提供了 1 份低 GI 含碳水化合物的食物列表, 要求其从列表中选择谷物、水果、蔬菜和奶制品等碳水化合物。此外, 强调限制高脂肪食品、快餐、油炸食品、工业饮料和不健康脂肪摄入。每 2 周进行 1 次电话随访, 调整研究对象的日常饮食结构, 鼓励其多进食低 GI 食物。3 个月后所有研究对象复查入组时实验室指标, 计算相应数据差值(研究结束时-入组时)。

1.2.2 体格指标测量 研究对象的身高和体质量均于上午空腹时测量, 受试者排空尿便, 测量时仅穿背心、短裤。采用上禾 SH-200G 智能医用身高体重秤进行测量, 每位受试者测量 3 次, 取平均值。体质量精确到 0.1 kg, 身高精确到 0.1 cm, 计算 BMI。

1.2.3 实验室检查 采集所有研究对象空腹静脉血, 检测血脂指标、ADPN、HbA1c 和 INS。① 血脂指标包括高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、三酰甘油(triacylglycerol, TG)和总胆固醇(total cholesterol, TC), 均采用罗氏 cobas C501 全自动生化分析仪进行检测, 获取数据后计算 TG/HDL-C 和 LDL-C/HDL-C 比值; ② INS 检测使用罗氏 cobas e601 全自动生化分析仪, 采用酶联免疫吸附试验(enzyme linked immunosorbent assay, ELISA); ③ ADPN、HbA1c 检测标本通过冷链运送至广东优尼德生物科技有限公司, ADPN 采用乳胶增强免疫比浊方法进行检测, HbA1c 采用高效液相色谱法进行检测。

1.3 伦理学 本研究符合医学伦理学标准, 经东莞市南城医院医学伦理委员会审批(审批号: 2021-6), 所有检测均获得受检者或家属的知情同意。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 24.0 统计软件对数据进行分析, 符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 两组间比较采用独立样本 *t* 检验; 入组时和研究结束时组内数据比较采用配对 *t* 检验。各指标差值均通过(研究结束时-入组时)计算所得。相关性分析采用 Pearson 相关分析法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组研究结束时的 ADPN、血脂和血糖代谢指标比较 研究组的 BMI、TG、HbA1c、TG/HDL-C、LDL-C/HDL-C 和 INS 水平均明显低于对照组, 而 HDL-C 和 ADPN 水平均明显高于对照组, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$); 两组 LDL-C 和 TC 比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表 2。

2.2 对照组入组时和研究结束时实验室检查指标的变化 对入组时和研究结束时实验室检查指标进行配对 *t* 检验, 结果表明, 对照组研究结束时 HDL-C 和 ADPN 水平均明显低于入组时, LDL-C/HDL-C 明显高于入组时, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$); 其他指标入组时和研究结束时比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表 3。

2.3 研究组入组时和研究结束时实验室检查指标的变化 对入组时和研究结束时实验室检查指标进行配对 *t* 检验, 结果表明, 研究结束时, 研究组 BMI、TG、TC、TG/HDL-C、HbA1c、INS 水平均明显低于入组时, ADPN 水平明显高于入组时, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$), 其余参数比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表 4。

2.4 研究组 ADPN 变化与其他指标变化的相关性 本研究分析研究组 ADPN 变化与血脂及血糖代谢指标变化的相关性, 结果显示, 在给予 LGID 后, ADPN 的变化与 HDL-C 的变化呈正相关, 与 TG、

表 2 对照组和研究组体检者研究结束时 BMI 和实验室检查指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	人数(名)	BMI (kg/m ²)	LDL-C (mmol/L)	HDL-C (mmol/L)	TG (mmol/L)	TC (mmol/L)
对照组	89	25.18 ± 2.85	3.16 ± 0.87	1.15 ± 0.24	2.12 ± 1.21	5.04 ± 1.20
研究组	85	23.87 ± 3.06	3.18 ± 0.95	1.36 ± 0.29	1.43 ± 0.68	5.12 ± 1.14
<i>t</i> 值		2.913	0.243	5.208	4.611	0.469
<i>P</i> 值		0.004	0.808	0.000	0.000	0.640
组别	人数(名)	TG/HDL-C	LDL-C/HDL-C	ADPN (mg/L)	HbA1c	INS (mU/L)
对照组	89	1.99 ± 1.40	2.76 ± 0.88	3.32 ± 0.73	0.062 ± 0.006	13.13 ± 8.50
研究组	85	1.13 ± 0.68	2.42 ± 0.82	5.93 ± 2.22	0.059 ± 0.007	8.82 ± 5.08
<i>t</i> 值		5.176	2.691	10.329	2.931	4.071
<i>P</i> 值		0.000	0.008	0.000	0.004	0.000

注: 对照组维持原有的饮食习惯, 研究组给予低升糖指数饮食(LGID); BMI 为体质量指数, LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇, HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇, TG 为三酰甘油, TC 为总胆固醇, ADPN 为脂联素, HbA1c 为糖化血红蛋白, INS 为空腹胰岛素

表 3 对照组体检者入组时和研究结束时 BMI 与实验室指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

时间	人数(名)	BMI (kg/m ²)	LDL-C (mmol/L)	HDL-C (mmol/L)	TG (mmol/L)	TC (mmol/L)
入组时	89	25.06 ± 2.28	3.16 ± 0.87	1.33 ± 0.28	1.90 ± 1.06	5.24 ± 1.06
研究结束时	89	25.18 ± 2.85	3.15 ± 1.07	1.15 ± 0.24	2.12 ± 1.21	5.04 ± 1.20
差值		0.11 ± 0.71	-0.01 ± 1.40	-0.18 ± 0.40	0.22 ± 1.69	-0.20 ± 1.57
<i>t</i> 值		1.483	0.089	4.256	1.227	1.205
<i>P</i> 值		0.142	0.929	0.000	0.223	0.231

时间	人数(名)	TG/HDL-C	LDL-C/HDL-C	ADPN (mg/L)	HbA1c	INS (mU/L)
入组时	89	1.60 ± 1.21	2.42 ± 0.63	4.60 ± 2.12	0.063 ± 0.013	11.54 ± 5.99
研究结束时	89	1.99 ± 1.40	2.76 ± 0.88	3.32 ± 0.73	0.062 ± 0.006	13.13 ± 8.51
差值		0.39 ± 1.95	0.35 ± 1.06	-1.28 ± 2.34	-0.001 ± 0.015	1.58 ± 9.04
<i>t</i> 值		1.867	3.074	5.163	0.351	1.651
<i>P</i> 值		0.065	0.003	0.000	0.727	0.102

注: 对照组维持原有的饮食习惯; BMI 为体质指数, LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇, HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇, TG 为三酰甘油, TC 为总胆固醇, ADPN 为脂联素, HbA1c 为糖化血红蛋白, INS 为空腹胰岛素

表 4 研究组体检者入组时和研究结束时 BMI 与实验室指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

时间	人数(名)	BMI (kg/m ²)	LDL-C (mmol/L)	HDL-C (mmol/L)	TG (mmol/L)	TC (mmol/L)
入组时	85	24.04 ± 2.49	3.37 ± 0.89	1.34 ± 0.25	1.85 ± 0.96	5.46 ± 1.01
研究结束时	85	23.87 ± 3.06	3.19 ± 0.95	1.36 ± 0.29	1.43 ± 0.68	5.12 ± 1.14
差值		-0.18 ± 0.74	-0.18 ± 1.22	0.02 ± 0.35	-0.42 ± 1.13	-0.34 ± 1.47
<i>t</i> 值		2.187	1.397	0.605	3.434	2.101
<i>P</i> 值		0.032	0.166	0.547	0.001	0.039

时间	人数(名)	TG/HDL-C	LDL-C/HDL-C	ADPN (mg/L)	HbA1c	INS (mU/L)
入组时	85	1.52 ± 1.05	2.57 ± 0.71	4.87 ± 2.23	0.063 ± 0.009	10.51 ± 5.97
研究结束时	85	1.13 ± 0.68	2.42 ± 0.82	5.93 ± 2.22	0.059 ± 0.007	8.82 ± 5.08
差值		-0.39 ± 1.17	-0.15 ± 0.93	1.06 ± 3.10	-0.004 ± 0.012	-1.69 ± 6.64
<i>t</i> 值		3.066	1.526	3.170	2.427	2.338
<i>P</i> 值		0.003	0.131	0.002	0.017	0.022

注: 研究组给予低升糖指数饮食(LGID); BMI 为体质指数, LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇, HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇, TG 为三酰甘油, TC 为总胆固醇, ADPN 为脂联素, HbA1c 为糖化血红蛋白, INS 为空腹胰岛素

TG/HDL-C、INS 的变化均呈负相关, 结果均有统计学意义(均 $P < 0.05$), 即 ADPN 水平升高越多, 则 HDL-C 水平升高越多, TG、TG/HDL-C、INS 水平降低越多; ADPN 与 BMI、LDL-C、TC、LDL-C/HDL-C、HbA1c 均无显著相关性(均 $P > 0.05$)。见表 5。

表 5 研究组 ADPN 变化与血脂及血糖代谢指标变化的相关性分析

指标变化	ADPN 变化		指标变化	ADPN 变化	
	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值		<i>r</i> 值	<i>P</i> 值
BMI	-0.069	0.529	TG/HDL-C	-0.227	0.036
LDL-C	0.060	0.584	LDL-C/HDL-C	-0.082	0.457
HDL-C	0.241	0.026	HbA1c	-0.013	0.904
TG	-0.215	0.048	INS	-0.235	0.030
TC	0.070	0.525			

注: 研究组给予低升糖指数饮食(LGID); ADPN 为脂联素, BMI 为体质指数, LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇, HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇, TG 为三酰甘油, TC 为总胆固醇, HbA1c 为糖化血红蛋白, INS 为空腹胰岛素

3 讨论

近年来, 随着人们生活水平的提高, 加之不良的饮食习惯和运动量减少以及老年人基础代谢率降低等因素, 老年人超重和肥胖的比例明显升高, 超重与

肥胖也成为糖尿病、高血压等慢性非感染性疾病高发的重要危险因素^[4]。因此, 通过改变膳食结构(如 LGID) 或服用调节血脂的药物来控制体质质量, 是目前预防和控制老年人慢性病发病和减少疾病损伤的主要手段^[5-6]。

肥胖人群可伴有脂肪组织对胰岛素的敏感性降低, 甚至出现胰岛素抵抗, 从而导致一系列的代谢紊乱^[7-8]。既往研究报道, LGID 可能影响糖尿病或肥胖人群的胰岛素、HbA1c、炎症标志物等胰岛素抵抗相关指标水平, 并通过降低高胰岛素血症患者的胰岛素水平和改善胰岛素敏感性来降低 2 型糖尿病患者的 TG、TC 和 LDL-C^[9], 同时改善代谢综合征患者的脂质分布和脂蛋白比值^[10], 但对 HDL-C 水平无影响^[11]。

本研究结果表明, 在给予 3 个月 LGID 后, 研究组的 BMI、TG、TG/HDL-C、LDL-C/HDL-C、HbA1c 和 INS 水平均明显低于对照组, 而 HDL-C 则明显高于对照组, 这与上述研究结果不相符。为此, 本课题组进一步比较了两组研究对象入组时和研究结束时各

指标的变化,结果表明,两组 BMI、TG、HbA1c 和 INS 水平出现差异是由于研究组长期 LGID 引起的各指标下降,但 HDL-C 的差异则来源于对照组 HDL-C 的降低,并非 LGID 可以提升血浆中的 HDL-C 水平。本研究结果还显示, LGID 可降低 TG/HDL-C 的比值,而 TG/HDL-C 比值综合了血脂调控两方面的指标,可以作为非糖尿病患者高胰岛素血症和胰岛素抵抗的一个简单有效的预测因子^[12],提示 LGID 可能通过降低胰岛素水平及胰岛素抵抗来改善非糖尿病患者的血糖代谢指标,甚至能够降低糖尿病的发生率。这一假想是否成立,仍需要通过前瞻性队列研究来进行验证。

ADPN 是一种由脂肪组织合成并释放的内分泌因子,作为导致肥胖的抗炎因子的一部分,可增强组织对胰岛素的敏感性,同时还有抗动脉粥样硬化和抗炎特性,这就使得 ADPN 可能成为预防及治疗慢性代谢性疾病(如 2 型糖尿病、代谢综合征、心血管疾病和肥胖等)的新方法^[13]。有学者针对老年人的饮食习惯进行了 1 年的随访,结果表明,饮食的 GI 与人体内 ADPN 水平呈负相关,接受高 GI 饮食的受试者血浆 ADPN 水平下降更多^[14]。而另一项针对肥胖和超重青少年女性的研究结果却显示,接受不同 GI 饮食的受试者 10 周后血浆 ADPN 水平变化无显著差异^[15],提示食物 GI 对血浆 ADPN 水平的影响可能存在年龄和性别差异,甚至研究时间的长短也可能对结果产生影响。

本研究结果表明,老年女性进行 3 个月 LGID 之后,血浆 ADPN 水平升高,而维持原有饮食结构的人群 ADPN 水平反而降低。ADPN 水平升高一方面能促进糖原合成,降低血糖水平,增加各组织对胰岛素的敏感性,降低 INS 水平;另一方面,通过激活其下游的腺苷酸活化蛋白激酶(AMP-activated protein kinase, AMPK)信号通路,可增加 TG 分解和脂肪酸氧化,同时抑制脂肪合成,起到降低血脂和减少脂肪堆积的作用^[16]。这些变化与本研究所示血脂指标、HbA1c 和 INS 水平的变化一致。Pearson 相关分析结果显示,ADPN 水平升高越多, TG、TG/HDL-C 及 INS 降低程度越大,因此推测 ADPN 相关途径可能参与了 LGID 改善胰岛素抵抗、降低血脂指标和 BMI 的过程。

综上所述,3 个月的 LGID 可以提升老年女性血浆 ADPN 水平,并降低 BMI、血脂指标、HbA1c 及 INS 水平。ADPN 相关途径可能参与了 LGID 降低

血脂指标和改善胰岛素抵抗的过程,但这一假想是否成立仍有待于进一步的研究证实。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- 张浩, 李建新. 老年人的低体重指数与其死亡风险的关系 [J]. 人口与经济, 2018, 39 (3): 81-91. DOI: 10.3969/j.issn.1000-4149.2018.03.008.
- 苏亚峰, 相萍萍, 陈国芳, 等. 低升糖指数饮食与糖尿病血糖及血脂控制的关系 [J]. 国际内分泌代谢杂志, 2020, 40 (1): 31-34. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4157.2020.01.007.
- 王贞, 陈和清. 低升糖指数饮食与心血管疾病的关系 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2015, 23 (2): 159-160. DOI: CNKI:SUN:SYXL.0.2015-02-069.
- 曹志, 程杨杨, 李书, 等. 中老年人中心性肥胖与多种慢性病的关联分析 [J]. 中国慢性病预防与控制, 2019, 27 (2): 81-84, 88. DOI: 10.16386/j.cjpcd.issn.1004-6194.2019.02.001.
- 王家瑜, 王桦, 葛亮, 等. 老年女性中心性肥胖低升糖指数饮食的减重作用 [J]. 中国老年学杂志, 2014, 34 (5): 1189-1191. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2014.05.015.
- 李津, 黄滨, 王生燕, 等. 不同糖尿病管理模式下防治糖尿病肾病的前瞻性研究 [J]. 中华危重病急救医学, 2019, 31 (12): 1497-1500. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.12.012.
- 刘健萍, 张振伟, 冯海萍, 等. 肥胖诱导的胰岛素抵抗 [J/CD]. 临床医药文献电子杂志, 2020, 7 (10): 194-196. DOI: 10.16281/j.cnki.joeml.2020.10.115.
- 祖亚, 李晓东, 白志瑶, 等. 初诊 2 型糖尿病患者糖化血红蛋白与血脂谱、空腹血糖及餐后 2 h 血糖的相关性研究 [J]. 实用检验医师杂志, 2020, 12 (3): 139-142. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2020.03.003.
- WANG L L, WANG Q, HONG Y, et al. The effect of low-carbohydrate diet on glycemic control in patients with type 2 diabetes mellitus [J]. *Nutrients*, 2018, 10 (6): 661. DOI: 10.3390/nu10060661.
- RAJABI S, MAZLOOM Z, ZAMANI A, et al. Effect of low glycemic index diet versus metformin on metabolic syndrome [J]. *Int J Endocrinol Metab*, 2015, 13 (4): e23091. DOI: 10.5812/ijem.23091.
- GOFF L M, COWLAND D E, HOOPER L, et al. Low glycaemic index diets and blood lipids: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials [J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2013, 23 (1): 1-10. DOI: 10.1016/j.numecd.2012.06.002.
- ZHANG L Y, CHEN S Y, DENG A W, et al. Association between lipid ratios and insulin resistance in a Chinese population [J]. *PLoS One*, 2015, 10 (1): e0116110. DOI: 10.1371/journal.pone.0116110.
- SHU X R, CHI L Q. Effect of pravastatin treatment on circulating adiponectin: a meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Drug Des Devel Ther*, 2019, 13: 1633-1641. DOI: 10.2147/DDDT.S186992.
- BULLÓ M, CASAS R, PORTILLO M P, et al. Dietary glycemic index/load and peripheral adipokines and inflammatory markers in elderly subjects at high cardiovascular risk [J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2013, 23 (5): 443-450. DOI: 10.1016/j.numecd.2011.09.009.
- ROUHANI M H, KELISHADI R, HASHEMIPOUR M, et al. The impact of a low glycemic index diet on inflammatory markers and serum adiponectin concentration in adolescent overweight and obese girls: a randomized clinical trial [J]. *Horm Metab Res*, 2016, 48 (4): 251-256. DOI: 10.1055/s-0042-100467.
- WANG Z V, SCHERER P E. Adiponectin, the past two decades [J]. *J Mol Cell Biol*, 2016, 8 (2): 93-100. DOI: 10.1093/jmcb/mjw011.

(收稿日期: 2021-06-16)

(本文编辑: 邵文)